

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-230198

(P 2 0 0 3 - 2 3 0 1 9 8 A)

(43) 公開日 平成15年 8 月15日 (2003. 8. 15)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
H04S 5/02		H04S 5/02	F 5D062
			B
H03H 17/02	601	H03H 17/02	L
	613		B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全17頁)

(21) 出願番号 特願2002-25120 (P 2002-25120)

(22) 出願日 平成14年 2 月 1 日 (2002. 2. 1)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 水野 耕

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 寺井 賢一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外 2 名)

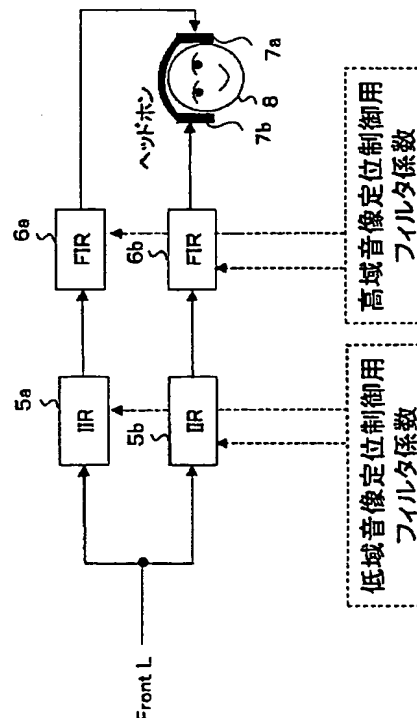
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音像定位制御装置

(57) 【要約】

【課題】 所定位置に設置したスピーカから再生する音響特性を別の位置に設置したスピーカ或いはヘッドホンで再現する音像定位制御装置に関し、信号処理演算量を軽減し、かつ良好な音像定位制御効果を得る。

【解決手段】 頭部音響伝達関数が複雑な特性を示す高周波数帯域においては、有限インパルス応答型 (FIR) フィルタ処理によって再生手段の特性を頭部音響伝達関数の特性に補正し、頭部音響伝達関数の特性を両耳レベル差と両耳時間差によって表現できる低周波数帯域においては、無限インパルス応答型 (IIR) フィルタ処理とゲイン設定と遅延処理によって再生手段の特性を頭部音響伝達関数の特性に補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】音響信号を入力し低周波数帯域の音像定位制御を行う第 1 の無限インパルス応答型フィルタと、前記第 1 の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力し高周波数帯域の音像定位制御を行う第 1 の有限インパルス応答型フィルタと、音響信号を入力し低周波数帯域の音像定位制御を行う第 2 の無限インパルス応答型フィルタと、前記第 2 の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力し高周波数帯域の音像定位制御を行う第 2 の有限インパルス応答型フィルタと、前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えたことを特徴とする音像定位制御装置。

【請求項 2】音響信号を入力する第 1 の無限インパルス応答型フィルタと、前記第 1 の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第 1 のゲイン設定器と、前記第 1 のゲイン設定器の出力信号を入力する第 1 の遅延器と、前記第 1 の遅延器の出力信号を入力する第 1 の有限インパルス応答型フィルタと、音響信号を入力する第 2 の無限インパルス応答型フィルタと、前記第 2 の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第 2 のゲイン設定器と、前記第 2 のゲイン設定器の出力信号を入力する第 2 の遅延器と、前記第 2 の遅延器の出力信号を入力する第 2 の有限インパルス応答型フィルタと、前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記第 1 の無限インパルス応答型フィルタと第 1 のゲイン設定器と第 1 の遅延器と前記第 2 の無限インパルス応答型フィルタと第 2 のゲイン設定器と第 2 の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタと前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする音像定位制御装置。

【請求項 3】音響信号を入力する無限インパルス応答型フィルタと、前記無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第 1 の遅延器と、前記第 1 の遅延器の出力信号を入力する第 1 のゲイン設定器と、前記第 1 のゲイン設定器の出力信号を入力する第 1 の有限インパルス応答型フィルタと、前記第 1 の遅延器の出力信号を入力する第 2 のゲイン設

定器と、

前記第 2 のゲイン設定器の出力信号を入力する第 2 の遅延器と、

前記第 2 の遅延器の出力信号を入力する第 2 の有限インパルス応答型フィルタと、

前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、

前記無限インパルス応答型フィルタと第 1 のゲイン設定器と第 1 の遅延器と前記第 2 のゲイン設定器と第 2 の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタと前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする音像定位制御装置。

【請求項 4】音響信号から低周波数帯域信号を抽出するローパスフィルタと、

前記ローパスフィルタの出力信号を入力する第 1 の無限インパルス応答型フィルタと、

前記第 1 の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第 1 のゲイン設定器と、

前記第 1 のゲイン設定器の出力信号を入力する第 1 の遅延器と、

前記ローパスフィルタの出力信号を入力する第 2 の無限インパルス応答型フィルタと、

前記第 2 の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第 2 のゲイン設定器と、

前記第 2 のゲイン設定器の出力信号を入力する第 2 の遅延器と、

音響信号から高周波数帯域信号を抽出するハイパスフィルタと、

前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第 1 の有限インパルス応答型フィルタと、

前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第 2 の有限インパルス応答型フィルタと、

前記第 1 の遅延器の出力信号と前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第 1 の加算器と、

前記第 2 の遅延器の出力信号と前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第 2 の加算器と、

前記第 1 の加算器の出力信号と前記第 2 の加算器の出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、

前記第 1 の無限インパルス応答型フィルタと第 1 のゲイン設定器と第 1 の遅延器と前記第 2 の無限インパルス応答型フィルタと第 2 のゲイン設定器と第 2 の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタと前記第 2 の有限イン

10

20

30

40

50

パルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする音像定位制御装置。

【請求項 5】音響信号から低周波数帯域信号を抽出するローパスフィルタと、

前記ローパスフィルタの出力信号を入力する無限インパルス応答型フィルタと、

前記無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第 1 の遅延器と、

前記第 1 の遅延器の出力信号を入力する第 1 のゲイン設定器と、

前記第 1 の遅延器の出力信号を入力する第 2 の遅延器と、

前記第 2 の遅延器の出力信号を入力する第 2 のゲイン設定器と、

音響信号から高周波数帯域信号を抽出するハイパスフィルタと、

前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第 1 の有限インパルス応答型フィルタと、

前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第 2 の有限インパルス応答型フィルタと、

前記第 1 のゲイン設定器の出力信号と前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号の出力信号を加算する第 1 の加算器と、

前記第 2 のゲイン設定器の出力信号と前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号の出力信号を加算する第 2 の加算器と、

前記第 1 の加算器の出力信号と前記第 2 の加算器の出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、

前記無限インパルス応答型フィルタと第 1 のゲイン設定器と第 1 の遅延器と第

2 のゲイン設定器と第 2 の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタと前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする音像定位制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、音響信号の頭外定位を実現する音像定位制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、オーディオ再生において、その音像を音源方向へ定位させるための様々な手法が提案されている。

【0003】ヘッドホンを用いた音像定位制御は、ダミーヘッドなどを用いて、スピーカなどの実音源からダミーヘッドまでの頭部音響伝達関数と、ダミーヘッドに装着したヘッドホンの伝達関数から、音像定位制御用のフィルタ特性を求め、これをデジタルフィルタの係数として音響信号を信号処理する。有限インパルス応答型フィ

ルタ（以下、FIR フィルタとする）を用いて音像定位制御を行うと、FIR フィルタのタップ数が大きくなり信号処理演算量が膨大になるので、少ないタップ数で周波数特性を調整することができる無限インパルス応答型フィルタ（以下、IIR フィルタとする）と FIR フィルタを併用して音像定位制御することにより、信号処理演算量を抑えることが可能な音像定位制御装置が提案されている。

【0004】以下、図面を参照しながらヘッドホンを用いた従来の音像定位制御装置について説明する。図 21 は、特開平 9-84199 号公報に示される立体音響処理装置の基本構成を示す図である。図 21 において、1 a、1 b は遅延部、2 a、2 b はゲインを制御する増幅器、3 a、3 b は目標特性即ち目標とする音源についての頭部音響伝達関数の周波数特性を付加する IIR フィルタ、4 a、4 b はヘッドホンの音響特性を除去する FIR フィルタ、5 は入力される受聴者位置情報に基づいて制御に用いるフィルタ係数と遅延とゲインの選択設定を行うフィルタ係数選択手段である。

【0005】図 21 に示す装置の動作を以下に説明する。遅延部 1 a、1 b には、目標特性のインパルス応答の両耳時間差を表現する係数がフィルタ係数選択手段 5 によって予め設定され、増幅器 2 a、2 b には、目標特性のインパルス応答の両耳レベル差を表現する係数がフィルタ係数選択手段 5 によって予め設定され、IIR フィルタ 3 a、3 b には、目標特性の周波数特性を表現する係数がフィルタ係数選択手段 5 によって予め設定され、FIR フィルタ 4 a、4 b には、出力手段である図示しないヘッドホンのインパルス応答の逆特性を表現する係数がフィルタ係数選択手段 5 によって予め設定されている。

【0006】入力信号は、遅延部 1 a、1 b と IIR フィルタ 3 a、3 b と増幅器 2 a、2 b によって信号処理され、目標特性である頭部音響伝達関数 H の時間特性及び周波数特性が補正される。増幅器 2 a、2 b の出力は FIR フィルタ 4 a、4 b で信号処理されることによりヘッドホンの音響特性 C の逆特性 $1/C$ が補正される。従って FIR フィルタ 4 a、4 b の出力をヘッドホンを通して受聴すると、受聴者は恰も目標音源からの音を聴いているように感じることができる。

【0007】IIR フィルタ 3 a、3 b は頭部音響伝達関数の特性を FIR フィルタ処理によって補正する場合に比べて信号処理演算量を約 10 タップ程度まで抑えることができるが、頭部音響伝達関数が複雑な特性を示す高周波数帯域において制御精度が低下し、受聴者に良好な音像定位を提供することが困難になる。また、音響再生手段逆特性の補正は、全周波数帯域に渡って FIR フィルタ 4 a、4 b を用いるので低域の補正精度を保ちつつフィルタタップ数を削減することが困難である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記課題に鑑み、音像定位制御のための信号処理演算量を削減し、かつ全周波数帯域にわたって精度の良い音像定位を聴者に提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の音像定位制御装置は、音響信号を入力し低周波数帯域の音像定位制御を行う第1の無限インパルス応答型フィルタと、前記第1の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力し高周波数帯域の音像定位制御を行う第1の有限インパルス応答型フィルタと、音響信号を入力し低周波数帯域の音像定位制御を行う第2の無限インパルス応答型フィルタと、前記第2の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力し高周波数帯域の音像定位制御を行う第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】また本発明の音像定位制御装置は、音響信号を入力する第1の無限インパルス応答型フィルタと、前記第1の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1のゲイン設定器の出力信号を入力する第1の遅延器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、音響信号を入力する第2の無限インパルス応答型フィルタと、前記第2の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、前記第2のゲイン設定器の出力信号を入力する第2の遅延器と、前記第2の遅延器の出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記第1の無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と前記第2の無限インパルス応答型フィルタと第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする。

【0011】また本発明の音像定位制御装置は、音響信号を入力する無限インパルス応答型フィルタと、前記無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1の遅延器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1のゲイン設定器の出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、前記第2のゲイン設定器の出力信号を入力する第2の遅延器と、前記第2の遅延器の出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の

有限インパルス応答型フィルタの出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と前記第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする。

10 【0012】また本発明の音像定位制御装置は、音響信号から低周波数帯域信号を抽出するローパスフィルタと、前記ローパスフィルタの出力信号を入力する第1の無限インパルス応答型フィルタと、前記第1の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1のゲイン設定器の出力信号を入力する第1の遅延器と、前記ローパスフィルタの出力信号を入力する第2の無限インパルス応答型フィルタと、前記第2の無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、前記第2のゲイン設定器の出力信号を入力する第2の遅延器と、音響信号から高周波数帯域信号を抽出するハイパスフィルタと、前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1の遅延器の出力信号と前記第1の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第1の加算器と、前記第2の遅延器の出力信号と前記第2の有限インパルス応答型フィルタの出力信号を加算する第2の加算器と、前記第1の加算器の出力信号と前記第2の加算器の出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記第1の無限インパルス応答型フィルタと第1のゲイン設定器と第1の遅延器と前記第2の無限インパルス応答型フィルタと第2のゲイン設定器と第2の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第1の有限インパルス応答型フィルタと前記第2の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする。

30 【0013】また本発明の音像定位制御装置は、音響信号から低周波数帯域信号を抽出するローパスフィルタと、前記ローパスフィルタの出力信号を入力する無限インパルス応答型フィルタと、前記無限インパルス応答型フィルタの出力信号を入力する第1の遅延器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第1のゲイン設定器と、前記第1の遅延器の出力信号を入力する第2の遅延器と、前記第2の遅延器の出力信号を入力する第2のゲイン設定器と、音響信号から高周波数帯域信号を抽出するハイパスフィルタと、前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第1の有限インパルス応答型フィルタと、前記ハイパスフィルタの出力信号を入力する第2の有限インパルス応答型フィルタと、前記第1のゲイン設定器

の出力信号と前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号の出力信号を加算する第 1 の加算器と、前記第 2 のゲイン設定器の出力信号と前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタの出力信号の出力信号を加算する第 2 の加算器と、前記第 1 の加算器の出力信号と前記第 2 の加算器の出力信号を再生する音響再生手段とを備えた音像定位制御装置であって、前記無限インパルス応答型フィルタと第 1 のゲイン設定器と第 1 の遅延器と第 2 のゲイン設定器と第 2 の遅延器は音響信号の低周波数帯域の音像定位制御を行い、前記第 1 の有限インパルス応答型フィルタと前記第 2 の有限インパルス応答型フィルタは音響信号の高周波数帯域の音像定位制御を行うことを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図 1 から図 20 を用いて説明する。

【0015】（実施の形態 1）図 1 は実施の形態 1 のフロント L チャンネル音源の音像定位制御装置である。5 a、5 b は I I R フィルタ、6 a、6 b は F I R フィルタ、7 a、7 b はヘッドホン再生ユニット、8 はヘッドホンを装着した受聴者である。入力されたフロント L チャンネル音響信号は、I I R フィルタ 5 a、5 b と F I R フィルタ 6 a、6 b で信号処理された後、ヘッドホン再生ユニット 7 a、7 b に入力される。受聴者 8 は再生ユニット 7 a、7 b の出力信号を受聴する。I I R フィルタ 5 a、5 b には、低周波数帯域に対して音像定位制御を行うように予め計算された係数が設定されている。F I R フィルタ 6 a、6 b には、高周波数帯域に対して音像定位制御を行うように予め計算された係数が設定されている。

【0016】図 2 はフロント L チャンネル信号を音像定位制御した結果を示す図である。再生ユニット 7 a、7 b からの再生音を受聴者 8 が聞くと、フロント L スピーカ 9 から再生されているように感じる事が出来る。

【0017】次に、係数の算出方法を説明する。図 3 は音像定位の目標となる頭部音響伝達関数を測定する装置である。スピーカ 9 はダミーヘッド 12 の正面から左 30 度の方向に設置する。計測信号発生器 10 から計測信号を実音源であるスピーカ 9 から再生する。この再生音をダミーヘッド 12 の耳孔に設置したマイクロホン 13 a、13 b で検出する。伝達関数計測器 11 は、計測信号発生器 10 からの計測信号とマイクロホン検出信号を用いて、スピーカ 9 からマイクロホン 13 a までの頭部音響伝達関数 H I、スピーカ 9 からマイクロホン 13 b までの頭部音響伝達関数 H r を測定する。

【0018】図 4 はヘッドホンに取り付けられた再生ユニットの伝達関数を測定する装置である。ヘッドホンはダミーヘッド 12 に正しく装着されており、計測信号発生器 10 からの計測信号が再生ユニット 7 a、7 b から再生される。この再生音をダミーヘッド 12 の耳孔に設

置したマイクロホン 13 a、13 b で検出する。伝達関数計測器 11 は、計測信号発生器 10 からの計測信号とマイクロホン検出信号を用いて、再生ユニット 7 a の伝達関数 C I、再生ユニット 7 b の伝達関数 C r を測定する。

【0019】音像定位制御によって実現する伝達関数をそれぞれ X I、X r とすると、ダミーヘッド 12 の耳元で H I、H r を再現できれば良いので、

$$H I = X I \cdot C I$$

$$H r = X r \cdot C r$$

となる。従って音像定位制御によって、

$$X I = H I / C I$$

$$X r = H r / C r$$

となる伝達関数を実現すれば良い。

【0020】図 5 は、頭部音響伝達関数 H I、H r の振幅周波数特性を示す図である。およそ 1 k H z より高い周波数帯域では H I、H r 共に複雑な特性を有しているが、1 k H z 以下の周波数帯域では H I、H r 共に単調な特性を有している。図 6 は頭部音響伝達関数 H I、H r のインパルス応答を示す図である。音源からの音は左耳へ到達するのに時間 Δt_0 を要し、右耳へ到達するのに時間 $\Delta t_0 + \Delta t$ を要していることが分かる。図 5、図 6 の特性から低周波数帯域については、両耳レベル差 α と両耳時間差 Δt によって頭部音響伝達関数を精度良く補正できることが分かる。

【0021】図 7 はヘッドホンの音響特性 C I、C r の振幅周波数特性を示す図である。ヘッドホンの音響特性 C I、C r は 1 k H z 以下の波数帯域では単調な特性を示している。これらの結果から、低周波数帯域の音像定位制御はタップ数の少ない I I R フィルタを用い、高周波数帯域の音像定位制御は F I R フィルタを用いればよい。

【0022】図 8 は I I R フィルタ 5 a、5 b の構成を示す図である。25 a ~ 25 g はゲイン設定器、26 a ~ 26 f は加算器、27 a、27 b は遅延器である。入力された信号は遅延器 27 a に入力される信号とゲイン設定器 25 a に入力される信号に分岐され、遅延器 27 a で処理された信号は遅延器 27 b に入力される信号とゲイン設定器 25 b で処理される信号とゲイン設定器 25 e で処理される信号に分岐される。この一連の信号処理を複数回繋げて処理し、ゲイン設定器の出力信号を加算器で加算した後、入力される信号とゲイン設定器 25 a の出力に加算する。遅延器 27 a、27 b では単位サンプルの遅延処理が行われる。また上記信号処理を n 回繋げて処理する場合、フィルタ係数、即ちゲイン設定器 25 a ~ 25 g に設定する係数は、それぞれ b 0、b 1、b 2、b n、c 1、c 2、c n であり、これら係数の値を変えることによって出力信号の特性を調整することが出来る。

【0023】I I R フィルタ 5 a、5 b のフィルタ係数

は、1 kHz 以下の周波数帯域ではヘッドホンの音響特性 C_l 、 C_r の逆特性である $1/C_l$ 、 $1/C_r$ の周波数特性を表現し、1 kHz より高い周波数帯域では平坦な周波数特性を表現するように係数を算出する。さらにこの係数に対して、頭部音響伝達関数の低周波数帯域の特性である両耳レベル差 α に対する調整を加え、それをフィルタ係数として b_0 、 b_1 、 b_2 、 \dots 、 b_n 、 c_1 、 c_2 、 \dots 、 c_n に与える。高周波数帯域の音像定位制御を行う FIR フィルタにおいて両耳時間差 Δt が表現されるため、頭部音響伝達関数の低周波数帯域の特性を表現する両耳時間差は、IIR フィルタでは表現しない。

【0024】図9はFIRフィルタ6a、6bの構成を示す図である。25a～25dはゲイン設定器、26a～26cは加算器、27a、27bは遅延器である。入力された信号は分岐してゲイン設定器25a～25dに入力される。ゲイン設定器が $n+1$ 個ある場合、ゲイン設定器25dの出力信号は加算器26aに入力されるまでに n 回の遅延処理が行われる。遅延器27a、27bでは単位サンプルの遅延処理が行われる。またフィルタ係数、即ちゲイン設定器25a～25dに設定する係数は、それぞれ a_0 、 a_{n-2} 、 a_{n-1} 、 a_n であり、これら係数の値を変えることによって出力信号の特性を調整することが出来る。

【0025】FIRフィルタ6a、6bのフィルタ係数は、低周波数帯域では平坦な周波数特性を、高周波数帯域では伝達関数 X_l 、 X_r の振幅周波数特性を表現するように係数を与える。この係数に対して、両耳時間差 Δt を補正して係数を調整し、両耳レベル差 α に対する補正はFIRフィルタ6aの出力がFIRフィルタ6bの出力に対してレベル α だけ小さくなるように調整し、フィルタ係数として a_0 、 \dots 、 a_{n-2} 、 a_{n-1} 、 a_n に与える。

【0026】以上はフロントLチャンネル信号を例にして説明したが、他のマルチチャンネル信号の場合でも、同様の考え方で実現できる。

【0027】さらに、DVD等のマルチチャンネル信号に対して同時に同様の信号処理を行うことでマルチチャンネル信号の音像定位制御も可能である。図10は、DVDプレーヤから入力される6チャンネルのデジタル信号の音像定位制御装置である。5a～5jは低域音像定位制御を行うIIRフィルタ、6a～6jは高域音像定位制御を行うFIRフィルタ、7a、7bはヘッドホンに取り付けられた再生ユニット、8はヘッドホンを装着した受聴者、14は遅延器、15a～15hは加算器である。

【0028】センターチャンネル信号、フロントRチャンネル信号、サラウンドLチャンネル信号、サラウンドRチャンネル信号の音像定位制御手段を並列に配置し、ウーファーチャンネル信号の遅延のための遅延器を追加

し、音像定位制御された5つのチャンネル信号と遅延処理されたウーファーチャンネル信号を加算する加算器を追加したものである。センターチャンネル信号、フロントRチャンネル信号、サラウンドLチャンネル信号、サラウンドRチャンネル信号の音像定位制御の動作は既に説明したので、ウーファーチャンネル信号の遅延処理と音像定位制御された各チャンネル信号の加算について説明する。

【0029】入力されたウーファーチャンネル信号は、音像定位制御せずに出力する。加算器15dと加算器15hにおいて音像定位制御された他のチャンネル信号と足し合わせるとき、信号の同期を合わせるために、ウーファーチャンネル信号に対して、他のチャンネル信号が音像定位制御のための信号処理に要する時間だけ遅延させなければならない。従って他チャンネル信号の音像定位制御のための信号処理に要する時間を遅延器14に設定する。遅延処理されたウーファーチャンネル信号と音像定位制御された各チャンネル信号を加算器15a～15hにおいて足し合わせて、ヘッドホンの再生ユニット7a、7bから出力する。

【0030】なお、入力されたウーファーチャンネル信号は音像定位制御しないが、入力されたウーファーチャンネル信号を他のチャンネル信号が音像定位制御される前に加算、即ちIIRフィルタ5a～5jによって処理される前に加算することによってウーファーチャンネル信号に対して音像定位制御を行うことも可能である。

【0031】次に、音像定位制御された信号を二つのスピーカを用いて再生する場合の説明をする。図11は、二つのスピーカを再生手段とした場合のフロントLチャンネル音源の音像定位制御装置である。5a、5bは低域音像定位制御を行うIIRフィルタ、6a、6bは高域音像定位制御を行うFIRフィルタ、8は受聴者、16a、16bはクロストークキャンセル回路、17a、17bは音像定位制御された信号を図示しないアンプを介して再生するスピーカ、18a、18bは減算器である。ヘッドホンの代わりにスピーカ17a、17bを再生手段とし、クロストークキャンセル回路16a、16bと減算器18a、18bを追加した構成である。IIRフィルタ5a、5b及びFIRフィルタ6a、6bを用いた音像定位制御については既に説明したので、クロストークキャンセル回路16a、16bの伝達関数 X_1 、 X_2 の設定について説明する。

【0032】FIRフィルタ6bの出力信号からクロストークキャンセル回路16aの出力信号を減算することで右スピーカ17bから左耳のクロストーク伝達関数 S_{rl} を打ち消し、FIRフィルタ6aの出力信号からクロストークキャンセル回路16bの出力信号を減算することで左スピーカ17aから右耳のクロストーク伝達関数 S_{lr} を打ち消す。左耳のクロストーク伝達関数 S_{rl} と右耳のクロストーク伝達関数 S_{lr} をフロントLチ

チャンネルの左耳、右耳への頭部音響伝達関数 H_l 、 H_r

$$S_{ll}(H_l - H_r \cdot X_2) + S_{rl}(H_r - H_l \cdot X_1) = H_l$$

$$S_{rr}(H_r - H_l \cdot X_1) + S_{lr}(H_l - H_r \cdot X_2) = H_r$$

が成立する。

【0033】この連立方程式が成立する X_1 、 X_2 を求めれば、スピーカ17a、17bによるフロントLスピー

$$X_1 = (H_l \cdot S_{lr} - H_r \cdot S_{ll} + H_r \cdot S_{ll} \cdot S_{rr} - H_r \cdot S_{rl} \cdot S_{lr}) / H_l (S_{ll} \cdot S_{rr} - S_{rl} \cdot S_{lr})$$

$$X_2 = (H_r \cdot S_{rl} - H_l \cdot S_{rr} + H_l \cdot S_{ll} \cdot S_{rr} - H_l \cdot S_{rl} \cdot S_{lr}) / H_r (S_{ll} \cdot S_{rr} - S_{rl} \cdot S_{lr})$$

となる伝達関数を与えれば良い。

【0034】以上により、頭部音響伝達関数の低周波数帯域特性を両耳レベル差と両耳時間差で近似して、その補正をIIRフィルタにより実現し、頭部音響伝達関数が複雑な特性を示す高周波数帯域ではFIRフィルタにより補正を行うため制御精度を向上させることができる。

【0035】また、音響再生手段の特性補正についても低周波数帯域ではIIRフィルタで、高周波数帯域ではFIRフィルタで行うため信号処理の負担を削減することができ

【0036】なお、左耳の場合の $\Delta H_l / \Delta f$ で表される頭部音響伝達関数の低周波数帯域での特性の傾斜及び両耳の傾斜の差を表現するために、IIRフィルタで処理する前に、別のIIRフィルタを加え低周波数帯域での目標特性の傾斜の補正を行う係数を与えて更に精度の良い音像定位制御を行ってもよい。

【0037】なお、ヘッドホンの再生ユニットの伝達関数低周波数帯域特性の補正をアナログフィルタ処理で行ってもよい。

【0038】なお、センターチャンネル音源の音像定位制御の場合、左右両耳で頭部音響伝達関数がほぼ等しいものとして、図1の構成のうち二つあるIIRフィルタを併用する、或いは二つあるIIRフィルタとFIRフィルタをそれぞれ併用した構成とすることも可能である。

【0039】（実施の形態2）図12は実施の形態2のフロントLチャンネル音源の音像定位制御装置である。5a、5bはIIRフィルタ、6a、6bはFIRフィルタ、7a、7bはヘッドホン再生ユニット、8はヘッドホンを装着した受聴者、19a、19bはゲイン設定器、20a、20bは遅延器である。

【0040】入力されたフロントLチャンネル音響信号は、IIRフィルタ5a、5bとゲイン設定器19a、19bと遅延器20a、20bとFIRフィルタ6a、6bで信号処理された後、ヘッドホン再生ユニット7a、7bに入力される。受聴者8は再生ユニット7a、7bの出力信号を受聴する。IIRフィルタ5a、5bとゲイン設定器19a、19bと遅延器20a、20bには、低周波数帯域の音像定位制御を行うように予め計

を用いて表すと、

ーカの再生が実現できる。つまり、クロストークキャンセル回路16a、16bには、

算された係数を設定する。FIRフィルタ6a、6bには、高周波数帯域の音像定位制御を行うように予め計算された係数を設定する。実施の形態1と同様に、再生ユニット7a、7bからの再生音を受聴者8が聞くと、フロントLスピーカ9から再生されているように感じることが出来る。

【0041】次に、IIRフィルタ5a、5bとゲイン設定器19a、19bと遅延器20a、20bとFIRフィルタ6a、6bの係数の算出方法について説明する。IIRフィルタ5a、5bは、低周波数帯域についての音像定位制御のうち再生手段であるヘッドホン再生ユニット7a、7bの伝達関数低周波数帯域特性の補正として、低周波数帯域ではヘッドホンの音響特性の逆特性 $1/C_l$ 、 $1/C_r$ の周波数特性を、高周波数帯域では平坦な周波数特性を表現するように予め計算された係数を設定する。ゲイン設定器19a、19bと遅延器20a、20bは、低周波数帯域についての音像定位制御のうち頭部音響伝達関数低域特性として、両耳レベル差 α と両耳時間差 Δt を補正するように予め計算された係数を設定する。遅延器20aには Δt_0 を係数として与え、遅延器20bには $\Delta t_0 + \Delta t$ を係数として与える。FIRフィルタ6a、6bは、高周波数帯域について音像定位制御を行うように予め計算された係数を設定する。但し遅延器20a～20bで両耳時間差を表現するためFIRフィルタ6a、6bは、そのインパルス応答が遅延を持たないように係数を調整する。

【0042】以上はフロントLチャンネル信号を例にして説明したが、他のマルチチャンネル信号の場合でも、考え方は同じである。

【0043】なお、マルチチャンネル信号に対して同時に同様の信号処理を行うことでマルチチャンネル信号の音像定位制御を行ってもよい。

【0044】なお、音像定位制御された信号を再生する手段としてヘッドホンを用いているが、二つのスピーカを再生手段として用いてもよい。

【0045】なお、ヘッドホンの再生ユニット7a、7bの伝達関数低域特性の補正を、アナログフィルタ処理によって実現してもよい。

【0046】なお、センターチャンネル音源の音像定位制御の場合、左右両耳で頭部音響伝達関数がほぼ等しい

20

30

40

50

ものとして、図 12 の構成のうち二つある IIR フィルタを併用する、或いは二つある IIR フィルタとゲイン設定器をそれぞれ併用する、或いは二つある IIR フィルタとゲイン設定器と遅延器をそれぞれ併用する、或いは二つある IIR フィルタとゲイン設定器と遅延器と FIR フィルタをそれぞれ併用した構成とすることも可能である。

【0047】なお、ヘッドホンの再生ユニット 7 a、7 b の伝達関数低域特性の補正を左ユニット用 IIR フィルタ 5 a と右ユニット用 IIR フィルタ 5 b で分けて補正処理しているが、左右両ユニットはほぼ等しいとみなして、一つの IIR フィルタを併用して処理することも可能である。

【0048】以上により、頭部音響伝達関数の低周波数帯域の補正はゲイン設定器と遅延器で、音響再生手段逆特性の低周波数帯域の補正は IIR フィルタで、高周波数帯域の補正は FIR フィルタで行うため、制御精度を向上させることが出来る。

【0049】（実施の形態 3）図 13 は実施の形態 3 におけるフロント L チャンネル音源の音像定位制御装置である。6 a、6 b は FIR フィルタ、7 a、7 b はヘッドホン再生ユニット、8 はヘッドホンを装着した受聴者、19 a、19 b はゲイン設定器、20 a、20 b は遅延器、21 は IIR フィルタである。実施の形態 2 における構成に対して IIR フィルタ 5 a、5 b を削除し、IIR フィルタ 21 を加え、ゲイン設定器 19 a、19 b と遅延器 20 a、20 b の配置位置を変えた構成としたものである。

【0050】IIR フィルタ 21 は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち再生手段であるヘッドホン再生ユニット 7 a、7 b の伝達関数低域特性の補正を行う係数を設定する。遅延器 20 a、20 b は、両耳時間差を補正するよう係数を与える。左耳への遅延として、 Δt_0 を係数として与える。右耳への遅延については、遅延器 20 a と遅延器 20 b で表現するため、遅延器 20 b に Δt を係数として与える。ゲイン設定器 19 a、19 b には両耳レベル差を補正するように係数を与える。

【0051】以上はフロント L チャンネル信号を例にして説明したが、左耳に比べて右耳への音の到達が遅れるような他のマルチチャンネル信号の場合でも、考え方は同じである。

【0052】図 14 はフロント R チャンネル音源の音像定位制御装置である。6 a、6 b は FIR フィルタ、7 a、7 b はヘッドホン再生ユニット、8 はヘッドホンを装着した受聴者、19 a、19 b はゲイン設定器、20 a、20 b は遅延器、21 は IIR フィルタである。この構成により右耳への遅延を表現する遅延器を併用することが可能である。基本的な音像定位動作は図 13 の構成と同じであるから遅延器 20 a、20 b の係数の与え方について説明する。

【0053】両耳への遅延に関して、図 6 の H_l 、 H_r のインパルス応答で示したのとは逆に左耳への遅延が $\Delta t_0 + \Delta t$ 、右耳への遅延が Δt_0 で表されるなら、遅延器 20 a には Δt_0 を係数として与える。左耳への遅延については、遅延器 20 a と遅延器 20 b で表現するため、遅延器 20 b に Δt を係数として与える。右耳に比べて左耳への音の到達が遅れるような他のチャンネルの音像定位制御についても同様である。

【0054】なお、音像定位制御された信号を再生する手段としてヘッドホンの代わりに二つのスピーカを再生手段として用いてもよい。

【0055】なお、ヘッドホンの再生ユニットの伝達関数低域特性の補正をアナログフィルタ処理によって実現してもよい。

【0056】IIR フィルタによる信号処理を一つ削減するので音像定位制御の信号処理演算量を削減することが出来、また両耳への遅延処理を一部共通化することにより遅延器の容量、即ちメモリーを低減できる。

【0057】（実施の形態 4）図 15 は実施の形態 4 におけるフロント L チャンネル音源の音像定位制御装置である。5 a、5 b は IIR フィルタ、6 a、6 b は FIR フィルタ、7 a、7 b はヘッドホン再生ユニット、8 はヘッドホンを装着した受聴者、19 a、19 b はゲイン設定器、20 a、20 b は遅延器、22 はローパスフィルタ、23 はハイパスフィルタ、24 a、24 b は加算器である。

【0058】入力された音響信号は、ローパスフィルタ 22 とハイパスフィルタ 23 で信号処理され低周波数帯域の信号と高周波数帯域の信号がそれぞれ抽出される。ローパスフィルタ 22 の出力は低周波数帯域の信号であり、IIR フィルタ 5 a、5 b とゲイン設定器 19 a、19 b と遅延器 20 a、20 b で信号処理される。ハイパスフィルタ 23 の出力は高周波数帯域の信号であり、FIR フィルタ 6 a、6 b で信号処理される。

【0059】遅延器 20 a、20 b の出力と FIR フィルタ 6 a、6 b の出力は、加算器 24 a、24 b で加算され、ヘッドホン再生ユニット 7 a、7 b に入力される。受聴者 8 は再生ユニット 7 a、7 b の出力信号を受聴する。

【0060】IIR フィルタ 5 a、5 b は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち再生手段であるヘッドホン再生ユニット 7 a、7 b の伝達関数低域特性の補正として、低周波数帯域ではヘッドホンの音響特性の逆特性 $1/C_l$ 、 $1/C_r$ の周波数特性を表現するように予め計算された係数を設定する。ゲイン設定器 19 a、19 b と遅延器 20 a、20 b は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち頭部音響伝達関数低域特性として、両耳レベル差 α と両耳時間差 Δt を補正するように予め計算された係数を設定する。FIR フィルタ 6 a、6 b は、高周波数帯域について音像定位制御を行うよう

に予め計算された係数を設定する。それゆえ再生ユニット 7 a、7 b からの再生音を受聴者 8 が聴くと、恰も図 2 に示すようにフロントスピーカ 9 から再生されているように感じる事が出来る。

【0061】次に、係数の与え方を説明する。高域の音像定位制御を行う FIR フィルタ 6 a、6 b には、実施の形態 1 で説明した伝達関数 X_l 、 X_r の高周波数帯域における振幅周波数特性を表現するフィルタ係数を与える。IIR フィルタ 5 a、5 b には、実施の形態 1 で説明した伝達関数 $1/C_l$ 、 $1/C_r$ の低周波数帯域にお
ける振幅周波数特性を表現するフィルタ係数を与える。ゲイン設定器 19 a、19 b には、両耳レベル差 α を表現するよう係数を与える。但し、制御周波数帯域の境
(以下、クロスオーバー周波数とする)において FIR
フィルタ 6 a、6 b の出力信号のレベルが一致するよう調整する必要がある。そのために、図 16 或いは図 17 で示される計測装置を用いて FIR フィルタ 6 a、6 b によって処理された信号の周波数特性 H_{fir_l} 、 H_{fir_r} 及び IIR フィルタ 5 a、5 b とゲイン設定器 19 a、19 b と遅延器 20 a、20 b によって処理
された信号の周波数特性 H_{gd_l} 、 H_{gd_r} を計測する。

【0062】図 16 は、図 15 の構成における FIR フィルタ 6 a、6 b の出力信号の振幅周波数特性を測定する装置である。計測信号発生器 10 からの計測信号がハイパスフィルタ 23 と FIR フィルタ 6 a、6 b で信号処理された後、再生ユニット 7 a、7 b から再生される。この再生音をダミーヘッド 12 の耳孔に設置したマイクロホン 13 a、13 b で検出する。伝達関数計測器 11 は、計測信号発生器 10 からの計測信号とマイクロ
ホン検出信号を用いて、FIR フィルタ 6 a、6 b の出力信号の振幅周波数特性 H_{fir_l} 、 H_{fir_r} を測定する。

【0063】図 17 は、図 15 の構成における遅延器 20 a、20 b の出力信号の振幅周波数特性を測定する装置である。計測信号発生器 10 からの計測信号がローパスフィルタ 22 と IIR フィルタ 5 a、5 b とゲイン設定器 19 a、19 b と遅延器 20 a、20 b で信号処理された後、再生ユニット 7 a、7 b から再生される。この再生音をダミーヘッド 12 の耳孔に設置したマイクロ
ホン 13 a、13 b で検出する。伝達関数計測器 11 は、計測信号発生器 10 からの計測信号とマイクロホン検出信号を用いて、遅延器 20 a、20 b の出力信号の振幅周波数特性 H_{gd_l} 、 H_{gd_r} を測定する。

【0064】図 18 は周波数特性 H_{fir_l} と H_{gd_l} を示す図である。周波数特性 H_{fir_r} は周波数特性 H_{fir_l} と同様の結果であり、周波数特性 H_{gd_r} は周波数特性 H_{gd_l} と同様の結果であるので図示しない。この図では音像定位制御で実現すべき伝達関数 H_l/C_l と H_{fir_l} について高域でレベルが

同じになるよう表記してある。クロスオーバー周波数における H_{fir_l} と H_{gd_l} のレベル差 g_l をゲイン設定器 19 a の係数として与える。同様に周波数特性 H_{fir_r} と H_{gd_r} のレベル差をゲイン設定器 19 b の係数として与える。

【0065】また、遅延器 20 a、20 b には、両耳時間差 Δt を表現するよう係数を与える。ところで、FIR フィルタ 6 a、6 b の信号処理に要する時間 T_H と、IIR フィルタ 5 a、5 b とゲイン設定器 19 a、19 b と遅延器 20 a、20 b の信号処理に要する時間 T_L の差分がある。また、FIR フィルタ処理において、フィルタ係数によっては入力信号と出力信号に位相のずれが生じることがある。上記の処理時間差 $T_H - T_L$ と位相のずれの補償の為に遅延 α を考慮し、遅延器 20 a には $\Delta t_0 + T_H - T_L + \alpha$ を係数として与え、遅延器 20 b には $\Delta t_0 + \Delta t + T_H - T_L + \alpha$ を係数として与える。

【0066】以上はフロントチャンネル信号を例にして説明したが、他のマルチチャンネル信号の場合でも、同じである。

【0067】なお、マルチチャンネル信号に対して同時に同様の信号処理を行うことでマルチチャンネル信号の音像定位制御も可能である。

【0068】なお、音像定位制御された信号を再生する手段としてヘッドホンの代わりに、二つのスピーカを再生手段として用いてもよい。

【0069】なお、ヘッドホンの再生ユニット 7 a、7 b の伝達関数低域特性の補正をアナログフィルタ処理によって実現することも可能である。

【0070】なお、ヘッドホンの再生ユニット 7 a、7 b の伝達関数低域特性の補正を左ユニット用 IIR フィルタ 5 a と右ユニット用 IIR フィルタ 5 b で分けて補正処理しているが、左右両ユニットはほぼ等しいとみなして、一つの IIR フィルタを併用して処理することも可能である。

【0071】なお、低周波数帯域の制御精度は落ちるものの信号処理演算量を更に低減する場合は、IIR フィルタ 5 a、5 b を削除した構成にしてもよい。

【0072】なお、センターチャンネル信号の音像制御の場合、左耳と右耳の頭部音響伝達関数がほぼ等しいと考えて、一つのレベル設定器を併用して処理してもよい。

【0073】なお、センターチャンネル信号の音像制御の場合、左耳と右耳の頭部音響伝達関数がほぼ等しいと考えて、一つのレベル設定器と一つの遅延器を併用して処理してもよい。

【0074】なお、センターチャンネル信号の音像制御の場合、左耳と右耳の頭部音響伝達関数がほぼ等しいと考えて、一つの FIR フィルタを併用して処理してもよい。

【0075】なお、左耳の場合、 IIR フィルタ5 a、5 bで処理する前に、別の IIR フィルタを加え $\Delta H I / \Delta f$ で表される頭部音響伝達関数の低周波数帯域での目標特性の傾斜の補正を行う係数を与えれば更に精度の良い音像定位制御を実現できる。

【0076】頭部音響伝達関数の低域補正はゲイン設定器と遅延器で、音響再生手段逆特性の低域補正は IIR フィルタで、高域補正は FIR フィルタで行うため、制御精度を向上させることが出来る。

【0077】（実施の形態5）図19は実施の形態5におけるフロントRチャンネル音源の音像定位制御装置である。6 a、6 bは FIR フィルタ、7 a、7 bはヘッドホン再生ユニット、8はヘッドホンを装着した受聴者、19 a、19 bはゲイン設定器、20 a、20 bは遅延器、21は IIR フィルタ、22はローパスフィルタ、23はハイパスフィルタ、24 a、24 bは加算器である。実施の形態4の音像定位制御装置に対して IIR フィルタ5 a、5 bを削除し、 IIR フィルタ21を加え、ゲイン設定器19 a、19 bと遅延器20 a、20 bの配置位置を変えた構成としたものである。

【0078】ここでは低周波数帯域の音像定位制御動作について説明する。 IIR フィルタ21は、低周波数帯域についての音像定位制御のうち再生手段であるヘッドホン再生ユニット7 a、7 bの伝達関数低域特性の補正を行う係数を設定する。遅延器20 a、20 bでは、両耳時間差を補正するよう係数を与える。左耳への遅延として、遅延器20 aに $\Delta t_0 + TH - TL + \alpha$ を係数として与える。右耳への遅延については、遅延器20 aと遅延器20 bで表現するため、遅延器20 bに Δt を係数として与える。ゲイン設定器19 a、19 bには両耳レベル差を補正するよう実施の形態4で説明したのと同様に係数を与える。

【0079】以上はフロントLチャンネル信号を例にして説明したが、左耳に比べて右耳への音の到達が遅れるような他のマルチチャンネル信号の場合でも、考え方は同じである。

【0080】図20はフロントRチャンネル音源の音像定位制御装置である。6 a、6 bは FIR フィルタ、7 a、7 bはヘッドホン再生ユニット、8はヘッドホンを装着した受聴者、19 a、19 bはゲイン設定器、20 a、20 bは遅延器、21は IIR フィルタ、22はローパスフィルタ、23はハイパスフィルタである。この構成により右耳への遅延を表現する遅延器を併用することが可能である。基本的な音像定位動作は図19の構成と同じであるから遅延器20 a～20 bの係数の与え方について説明する。

【0081】両耳への遅延に関して、図6の H_l 、 H_r のインパルス応答で示したのとは逆に左耳への遅延が $\Delta t_0 + \Delta t$ 、右耳への遅延が Δt_0 で表されるなら、遅延器20 aには、実施の形態4で説明した TH 、 TL 、

α を加味した $\Delta t_0 + TH - TL + \alpha$ を係数として与える。左耳への遅延については、遅延器20 aと遅延器20 bで表現するため、遅延器20 bに Δt を係数として与える。右耳に比べて左耳への音の到達が遅れるような他のチャンネルの音像定位制御についても同様である。

【0082】なお、音像定位制御された信号を再生する手段として二つのスピーカを再生手段として用いてもよい。

【0083】なお、ヘッドホンの再生ユニット7 a、7 bの伝達関数低域特性の補正をアナログフィルタ処理によって実現してもよい。

【0084】実施の形態4の構成に比べて IIR フィルタによる信号処理を一つ削減するので音像定位制御の信号処理演算量を削減することが出来、また両耳への遅延処理を一部共通化することにより遅延器の容量、即ちメモリーを低減できる。

【0085】

【発明の効果】以上に説明した本発明の音像定位制御装置は、頭部音響伝達関数が複雑な特性を示す高周波数帯域においては、 FIR フィルタ処理によって再生手段の特性を頭部音響伝達関数の特性に補正し、頭部音響伝達関数の特性を両耳での音のレベル差と時間差によって精度良く表現できる低周波数帯域においては、入力信号のゲイン設定と遅延処理によって再生手段の特性を頭部音響伝達関数の特性に補正するため、音像定位制御に用いる FIR フィルタのタップ数を小さく出来、信号処理演算量を低減出来る。また、頭部音響伝達関数の低周波数帯域での特性は前記補正によって十分精度良く近似できるので、良好な音像定位を受聴者に提供出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における音像定位制御装置を示す図

【図2】本発明の実施の形態1におけるフロントLチャンネル信号を音像定位制御した結果を示す図

【図3】本発明の実施の形態1における目標特性を測定する装置を示す図

【図4】本発明の実施の形態1におけるヘッドホンの伝達関数を測定する装置を示す図

【図5】フロントLチャンネル音源の頭部音響伝達関数の振幅周波数特性を示す図

【図6】フロントLチャンネル音源の頭部音響伝達関数のインパルス応答を示す図

【図7】本発明の実施の形態1におけるヘッドホンの伝達関数の振幅周波数特性を示す図

【図8】本発明の実施の形態1における IIR フィルタを示す図

【図9】本発明の実施の形態1における FIR フィルタを示す図

【図10】本発明の実施の形態1におけるマルチチャンネル信号の音像定位制御装置を示す図

19

20

【図 11】本発明の実施の形態 1 における出力手段をスピーカとした音像定位制御装置を示す図

【図 12】本発明の実施の形態 2 における音像定位制御装置を示す図

【図 13】本発明の実施の形態 3 における音像定位制御装置を示す図

【図 14】本発明の実施の形態 3 において右耳に比べて左耳への音の到達が遅れるチャンネルの入力信号の音像定位制御装置を示す図

【図 15】本発明の実施の形態 4 における音像定位制御装置を示す図

【図 16】本発明の実施の形態 4 における FIR フィルタ出力信号の振幅周波数特性を測定する装置を示す図

【図 17】本発明の実施の形態 4 における遅延器出力信号の振幅周波数特性を測定する装置を示す図

【図 18】本発明の実施の形態 4 における FIR フィルタ出力信号と遅延器出力信号の振幅周波数特性を示す図

【図 19】本発明の実施の形態 5 における音像定位制御装置を示す図

【図 20】本発明の実施の形態 5 において右耳に比べて左耳への音の到達が遅れるチャンネルの入力信号の音像定位制御装置を示す図

【図 21】従来の音像定位制御装置を示すブロック図

【符号の説明】

- 1 a, 1 b 遅延部
- 2 a, 2 b 増幅器
- 3 a, 3 b IIR フィルタ
- 4 a, 4 b FIR フィルタ
- 5 フィルタ係数選択手段

5 a, 5 b, 5 c, 5 d, 5 e, 5 f, 5 g, 5 h, 5 i, 5 j IIR フィルタ

6 a, 6 b, 6 c, 6 d, 6 e, 6 f, 6 g, 6 h, 6 i, 6 j FIR フィルタ

7 a, 7 b ヘッドホン再生ユニット

8 受聴者

9 スピーカ

10 計測信号発生器

11 伝達関数計測器

12 ダミーヘッド

13 a, 13 b マイクロホン

14 遅延器

15 a, 15 b, 15 c, 15 d, 15 e, 15 f, 15 h 加算器

16 a, 16 b クロストークキャンセル回路

17 a, 17 b スピーカ

18 a, 18 b 減算器

19 a, 19 b ゲイン設定器

20 a, 20 b 遅延器

21 IIR フィルタ

22 ローパスフィルタ

23 ハイパスフィルタ

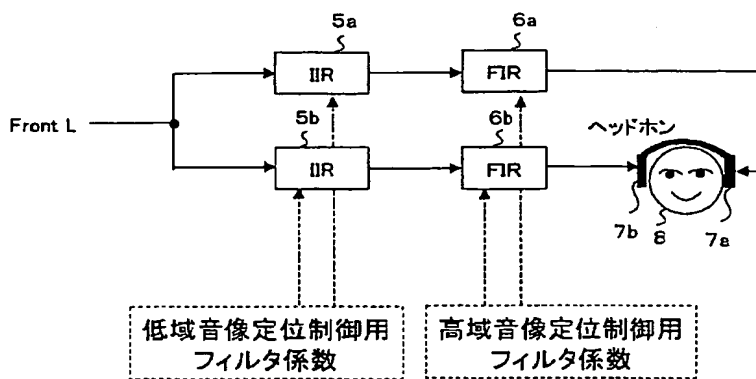
24 a, 24 b 加算器

25 a, 25 b, 25 c, 25 d, 25 e, 25 f, 25 g ゲイン設定器

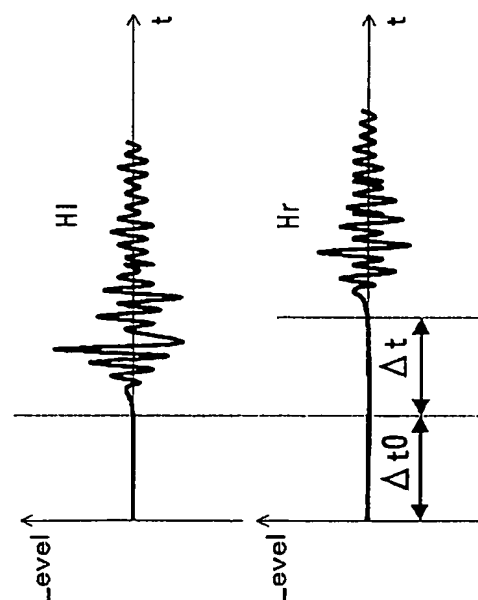
26 a, 26 b, 26 c, 26 d, 26 e, 26 f 加算器

27 a, 27 b 遅延器

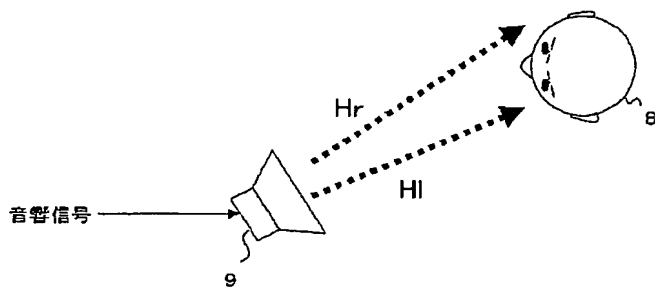
【図 1】



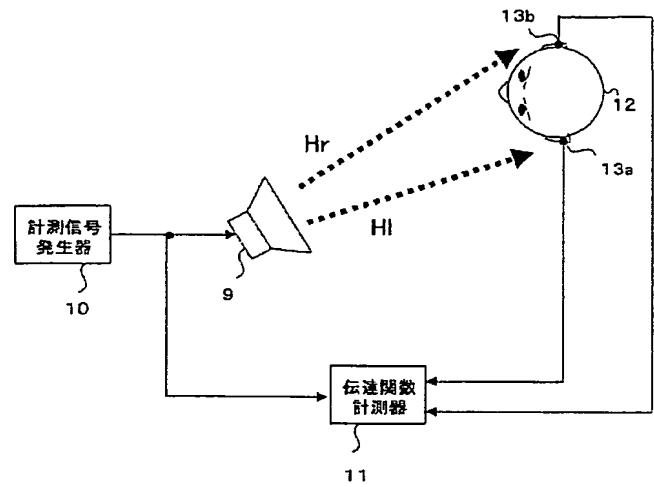
【図 6】



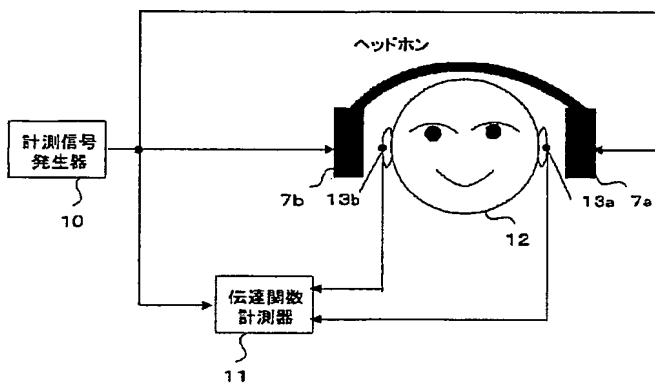
【図2】



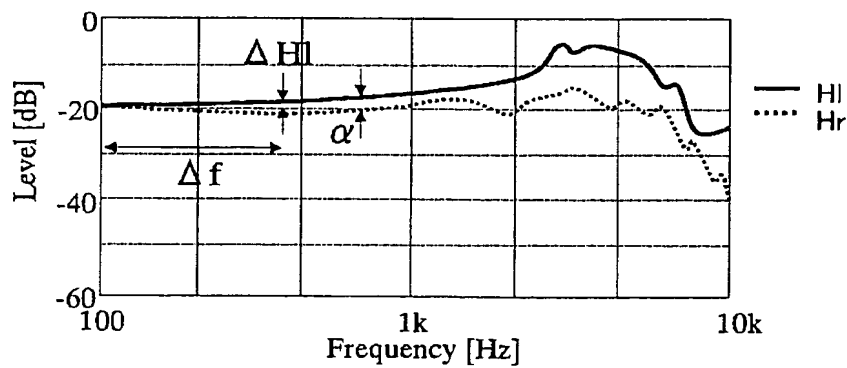
【図3】



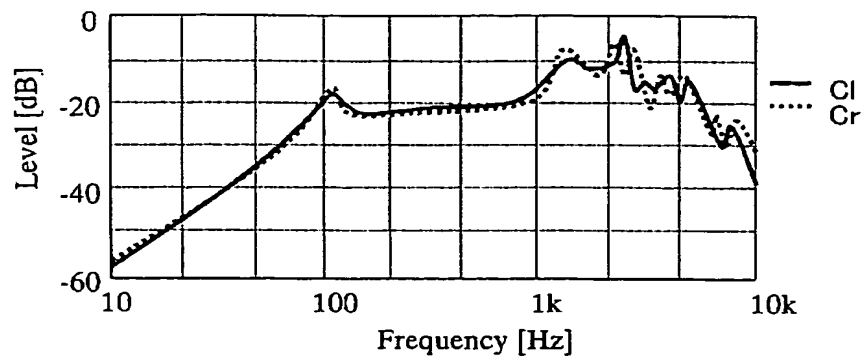
【図4】



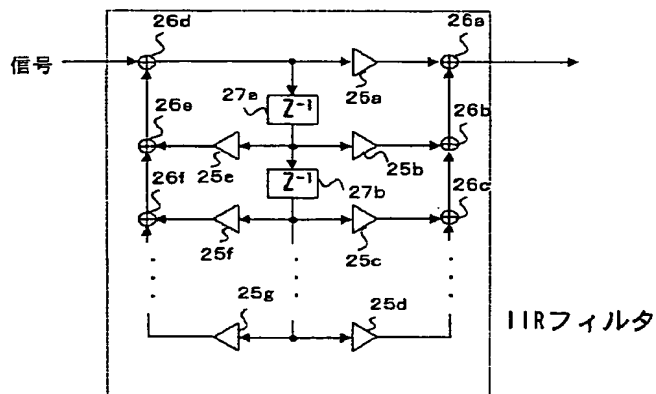
【図5】



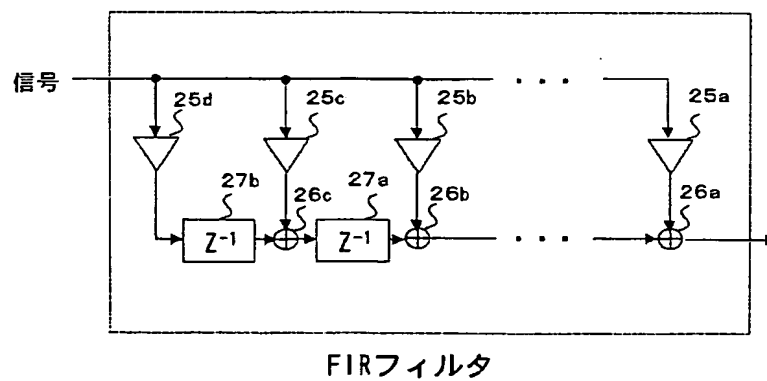
【図 7】



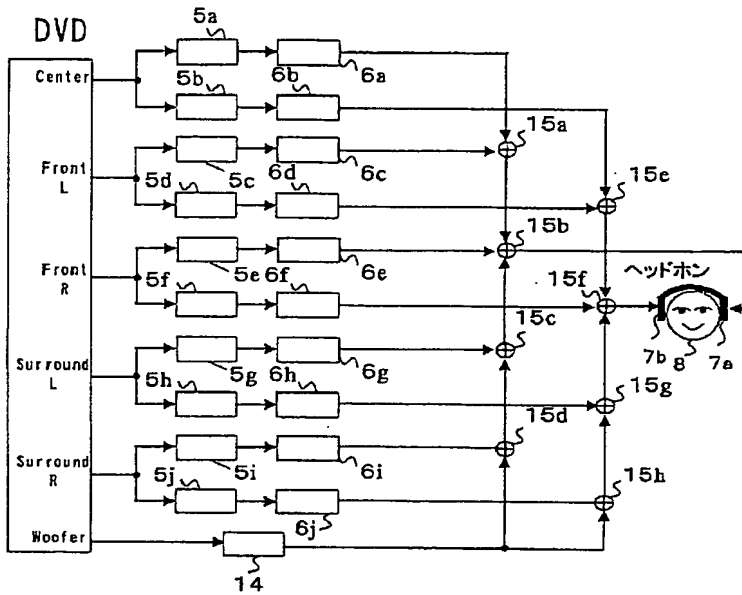
【図 8】



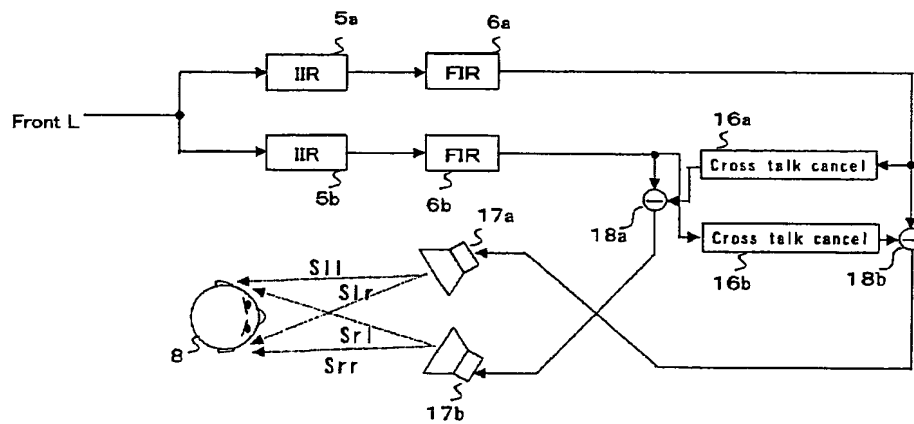
【図 9】



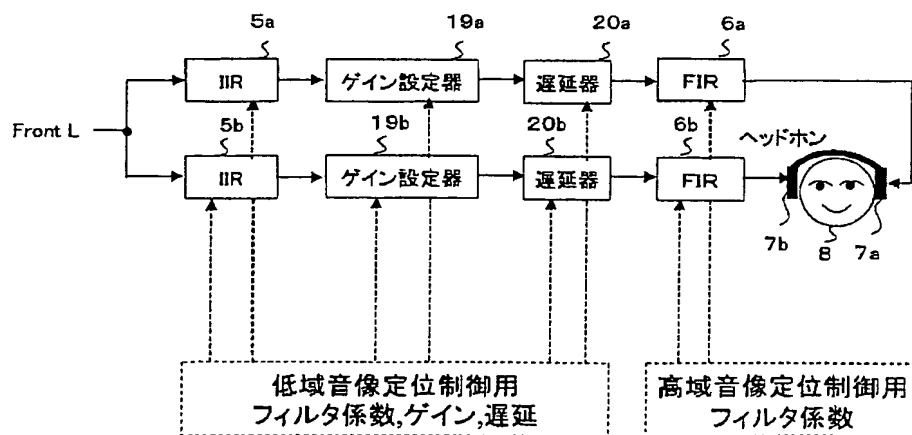
【図 10】



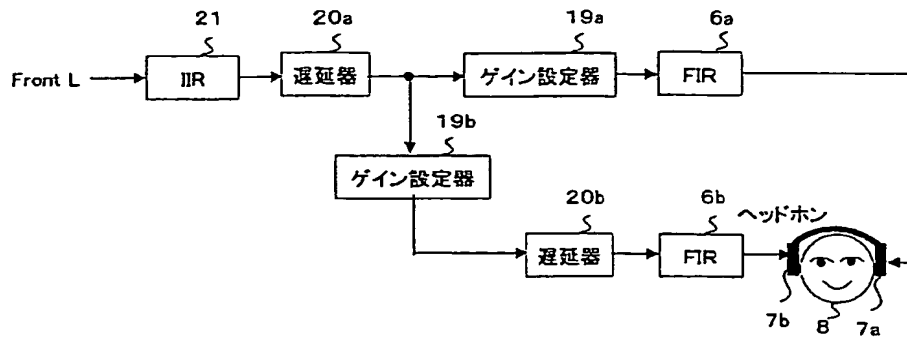
【図 11】



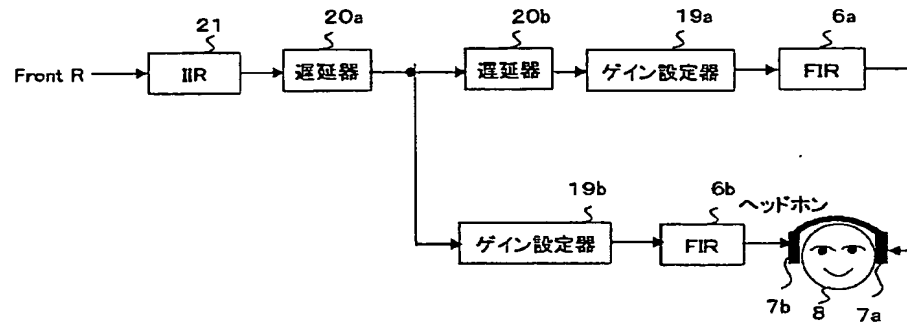
【図 12】



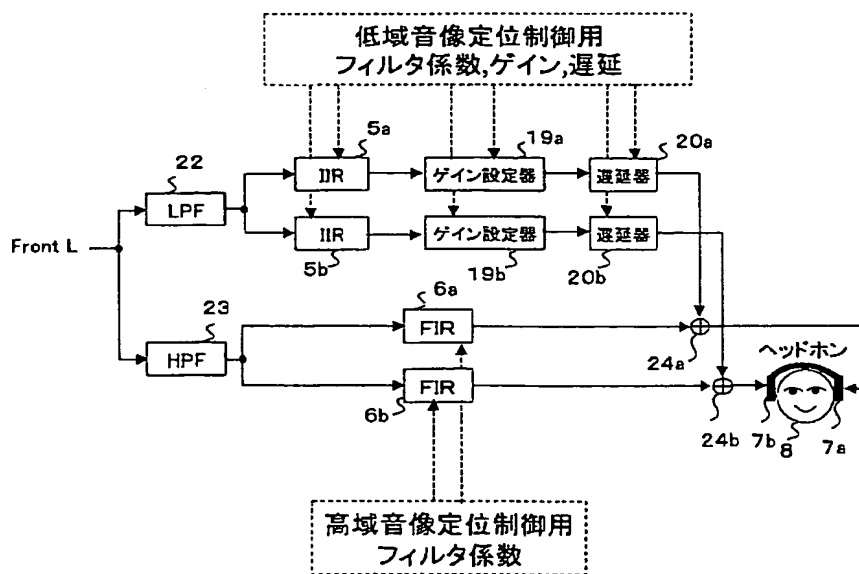
【図 13】



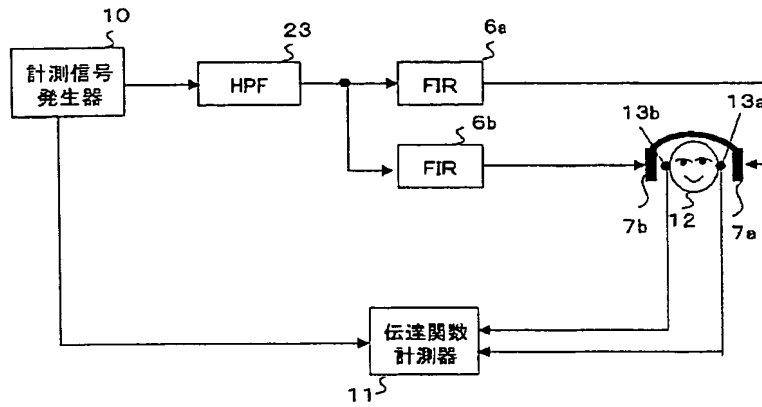
【図 14】



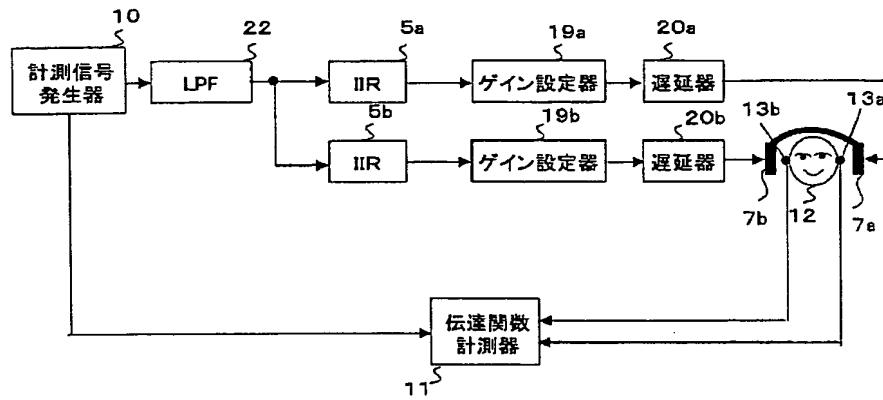
【図 15】



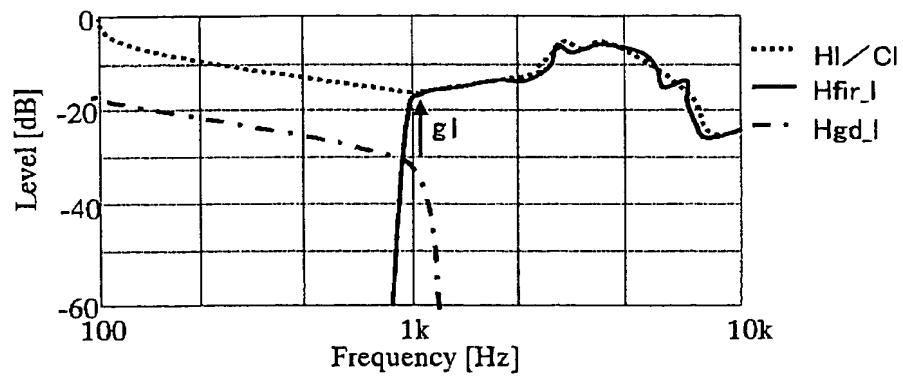
【図 16】



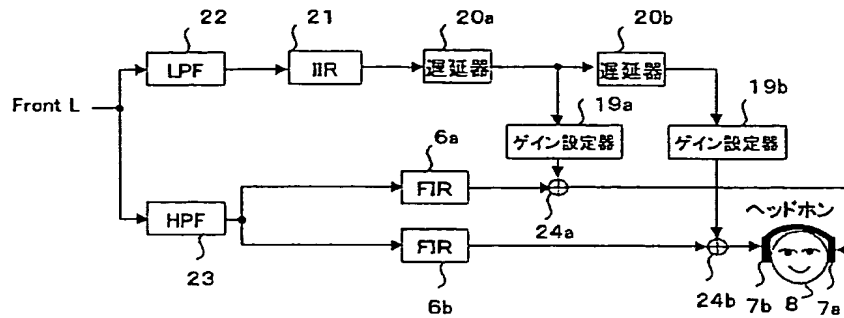
【図 17】



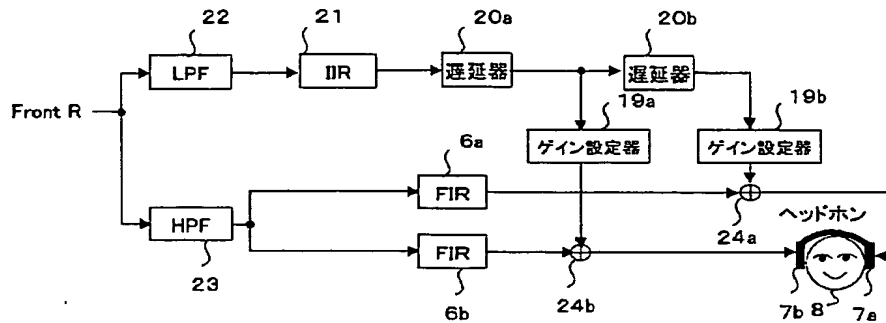
【図 18】



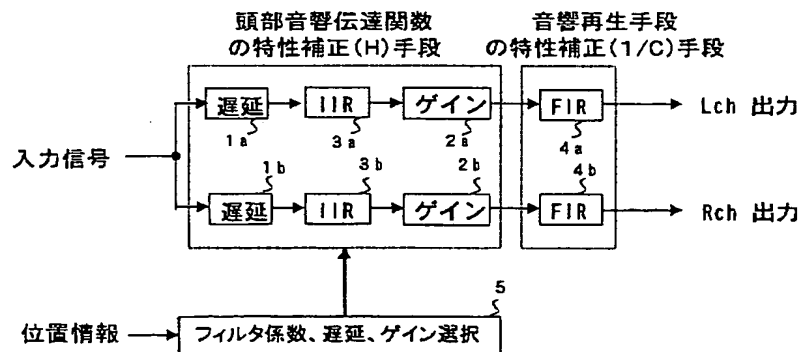
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(72) 発明者 橋本 裕之
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 角張 勲
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 阿部 一任
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム (参考) 5D062 AA65 AA74 BB10

THIS PAGE BLANK (USPTO)